

Analisis Citra Landsat untuk Mengestimasi Potensi Karbon di Atas Permukaan Tanah di Kawasan Hutan Pendidikan Universitas Tadulako

*Misrah**

*) Staf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako, Palu

Abstract

Information of aboveground carbon stock can be obtained conventionally, which request cost, power, and time. That is necessary to acquire technology of remote sensing and global information system (GIS). The objectives are to estimate potency and distribution aboveground carbon stock using landsat 7 ETM image in forest education of Tadulako University. The research method is supervised classification, normalized vegetation indeks (NDVI), field measurement (dbh), and allometric equation to estimate biomass. The study result showed that total aboveground carbon stock was 751.400, 26 ton. 377.286,53 ton in primary forest, 364.241,27 ton in secondary forest, 715,10 ton in scrubs and 9.157,37 ton in mixed farms.

Keywords : Aboveground Carbon Stock, Landsat 7 ETM image, Forest education

PENDAHULUAN

Bertambahnya Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer akan menahan lebih banyak radiasi dari pada yang dibutuhkan bumi sehingga akan ada kelebihan panas. Sebagai akibat kelebihan panas ini berdampak terhadap gejala pemanasan global (*global warming*) yaitu naiknya suhu permukaan bumi. Gas yang dikategorikan sebagai GRK adalah gas-gas yang berpengaruh, baik secara langsung atau tidak langsung terhadap efek rumah kaca. Gas-gas tersebut diantaranya adalah karbon dioksida (CO₂)

Vegetasi dalam hutan mengatasi perubahan tersebut dengan menghilangkan CO₂ dari atmosfer dan mengubahnya menjadi karbon melalui proses fotosintesis, yang kemudian disimpan dalam bentuk biomassa. Dengan demikian upaya yang dapat dilakukan saat ini adalah meningkatkan penyerapan biomassa dan menurunkan emisi karbon.

Dalam melihat fungsi hutan sebagai penyerap karbon dioksida (CO₂), informasi

mengenai jumlah karbon yang disimpan oleh suatu kawasan hutan (stok karbon) menjadi penting. Informasi tentang besarnya karbon yang dapat diturunkan atau diserap dapat diketahui dengan cara konvensional, akan tetapi cara ini membutuhkan waktu lama, biaya besar dan belum mampu mengimbangi permintaan informasi yang cepat dan akurat apabila dalam skala intensitas yang lebih tinggi. Berdasarkan uraian di atas maka diperlukan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografi (SIG) untuk mengestimasi biomassa di atas permukaan tanah di Hutan Pendidikan Universitas Tadulako, mengingat kawasan hutan tersebut meliputi wilayah yang luas. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui potensi dan distribusi karbon yang tersimpan di atas permukaan tanah menggunakan citra landsat ETM 7 di Hutan Pendidikan Universitas Tadulako

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2011. Lokasi penelitian bertempat di Areal Hutan Pendidikan

Universitas Tadulako Kecamatan Bolano Lambunu Kabupaten Parigi Moutong.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah: *Personal Computer* (PC) dengan

perangkat lunaknya *software Arcview 3.3, ERDAS imagine 8.5* yang digunakan untuk mengolah data citra, *Global Positioning System (GPS)* untuk pengambilan titik koordinat letak plot pada masing-masing tipe hutan, kamera digital untuk pengambilan gambar, kompas untuk meluruskan arah tali dalam pembuatan plot, pita ukur untuk mengukur keliling pohon, alat tulis untuk mencatat semua data, tali untuk pembuatan plot, parang untuk pengambilan sampel vegetasi yang berdiameter < 4,5 cm, timbangan untuk menimbang sampel vegetasi yang berdiameter < 4,5 cm, dan oven untuk mengeringkan sampel. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Citra Landsat 7 TM, peta hutan pendidikan dan objek pengamatan di lapangan adalah vegetasi hutan.

Metode

Klasifikasi Citra

Klasifikasi data citra dilakukan dengan menggunakan klasifikasi terbimbing (*supervised classification*), yaitu klasifikasi nilai piksel berdasarkan atas daerah contoh yang diketahui objeknya.

Transformasi NDVI

Menurut Lillesand dan Kiefer (1990) dalam Hamzari (2001), transformasi NDVI mengikuti persamaan berikut: $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$. Nilai NDVI berkisar antara -1 sampai 1, dimana nilai NDVI yang rendah (negatif) mengidentifikasikan daerah bebatuan, pasir dan salju. Nilai NDVI yang tinggi (positif) mengidentifikasikan wilayah vegetasi baik berupa padang rumput, semak belukar maupun hutan.

Penentuan Plot

Penentuan plot contoh dilakukan secara sengaja (*purposive*) yang didasarkan pada citra yang mewakili empat kondisi hutan yaitu hutan primer, hutan sekunder, kebun campuran dan semak belukar.

Pengukuran Data Lapangan

Plot sampel dibuat berukuran 50 m x 40 m. Jumlah plot masing-masing dua setiap kondisi hutan. Pengukuran diameter setinggi dada dilakukan pada vegetasi yang mempunyai tinggi $\geq 1,5$ m dan diameter $\geq 4,5$ cm. Pengukuran vegetasi yang mempunyai tinggi < 1,5 m dan diameter < 4,5 cm dilakukan dengan membuat plot berukuran 2

m x 2 m di dalam plot 50 m x 40 m, pengukuran dilakukan dengan cara mengumpulkan bagian tumbuhan menjadi satu untuk di timbang berat basahnya.

Perhitungan Biomassa

Pendugaan biomassa di lapangan untuk vegetasi yang mempunyai tinggi $\geq 1,5$ m dan diameter $\geq 4,5$ cm dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik berdasarkan hasil penelitian Massiri, 2010 sebagai berikut:

$$W1 = 0,111 DBH^{2,532}$$

Keterangan :

W1 : Biomassa vegetasi yang mempunyai tinggi $\geq 1,5$ m dan diameter $\geq 4,5$ cm (Kg)

DBH : Diameter setinggi dada (cm).

Untuk vegetasi yang mempunyai tinggi < 1,5 m dan diameter < 4,5, dilakukan secara destruktif, yaitu dengan mengambil semua vegetasi yang ada dalam plot 2 m x 2 m untuk diketahui beratnya. Untuk mengetahui berat keringnya, dilakukan pengambilan sampel sebanyak 200 g dari total berat basah yang terdapat dalam plot. Berat kering diperoleh dengan cara mengoven bagian tersebut pada suhu 105 °C selama dua hari (± 40 jam) sampai mencapai berat konstan. Biomassanya dihitung sebagai berikut :

$$W2 = \frac{\text{Berat kering sampel}}{\text{Berat basah sampel}} \times \text{berat basah}$$

total

Keterangan :

W2 : Biomassa vegetasi yang mempunyai tinggi < 1,5 m dan diameter < 4,5 cm.

Total biomassa dihitung sebagai berikut:

$$W = W1 + W2$$

Keterangan :

W : total biomassa (ton/ha)

Perhitungan Karbon

Biomassa hutan dapat digunakan untuk menduga kandungan karbon dalam vegetasi hutan, karena biomassa vegetasi terkandung karbon sekitar 50% (Brown dkk, 1989). Pada penelitian ini pendugaan kandungan karbon dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Y = W \times 0,5$$

Keterangan :

Y = Kandungan karbon di atas permukaan tanah

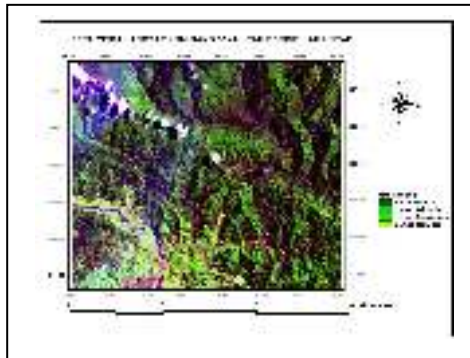
W = Total biomassa per hektar (ton/ha)

2.5 Perhitungan Total karbon

Setelah proses klasifikasi, analisis NDVI dan pengukuran lapangan selanjutnya

Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra dilakukan untuk mengetahui tutupan lahan. Pengklasifikasian dilakukan dengan menggunakan citra komposit warna asli yang menggabungkan ketiga saluran atau band yaitu saluran 542. Kelebihan saluran ini adalah dapat menampilkan objek aslinya sesuai dengan keadaan lapangan. Citra komposit band 542 dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Citra komposit band 542

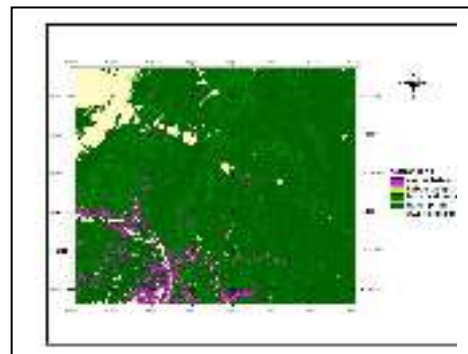
Pada gambar 1 tampak citra hasil penggabungan band 542 memberikan kenampakan objek yang cukup jelas. Warna asli sampel yang digunakan yaitu hijau tua untuk hutan primer, hijau muda untuk hutan sekunder, hijau muda kekuningan untuk kebun campuran serta kuning untuk semak belukar. Proses klasifikasi diawali dengan penetapan daerah contoh (sampel) yang dijadikan sebagai acuan kemudian memasukkan piksel citra tersebut kedalam satu kategori objek yang diketahui.

Hasil analisis statistik setiap sampel menunjukkan bahwa band 2 pada setiap sampel memberikan nilai standar deviasi yang kecil. Hal ini disebabkan karena band 2 (panjang gelombang 0,52 – 0,60 μm ; hijau) berguna untuk mendeteksi tanaman. Pada sampel hutan primer dan hutan sekunder band 4 dan memberikan nilai standar deviasi yang kecil, hal ini disebabkan karena band 4 (panjang gelombang 0,76 – 0,9; infra merah dekat) berguna untuk mendeteksi biomassa tanaman

dilakukan perhitungan total karbon di hutan primer, hutan sekunder, kebun campuran dan semak belukar. Setelah itu dilakukan pembuatan peta sebaran karbon menggunakan Arc View

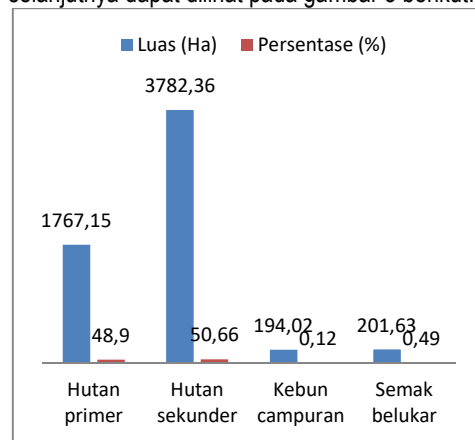
HASIL DAN PEMBAHASAN

dan juga membedakan batas tanah tanaman kehutanan/pertanian serta dataran dan air serta membantu dalam mengidentifikasi antara tanaman kehutanan dan tanaman pertanian. Hasil klasifikasi disajikan pada gambar berikut :



Gambar 2. Citra Hasil Klasifikasi

Luas hasil tutupan lahan hasil klasifikasi selanjutnya dapat dilihat pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Luas tutupan lahan

3.2 Analisis NDVI

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Indeks*) merupakan suatu metode standar dalam membandingkan tingkat kehijauan vegetasi pada satelit. Selain itu NDVI juga digunakan sebagai indikasi biomassa tutupan lahan. Nilai index mempunyai rentang -1.0 hingga 1.0. Nilai yang mewakili vegetasi pada rentang 0.1 hingga

0.7 sedangkan di atas nilai ini menggambarkan tingkat kesehatan tutupan vegetasi (Sutanto, 1986 dalam Aqsar 2009).

Hasil transformasi NDVI diperoleh bahwa kawasan hutan pendidikan memiliki rentang nilai yang mewakili vegetasi yaitu 0,1 sampai 0,56. Rentang nilai NDVI selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Nilai NDVI Hutan Primer, Sekunder, Kebun Campuran, Semak belukar

No	Tipe hutan	Nilai NDVI
1.	Hutan primer	0,425 – 0,569
2.	Hutan sekunder	0,301 – 0,425
3.	Kebun campuran	0,251 - 0,300
4.	Semak belukar	0,101- 0,250

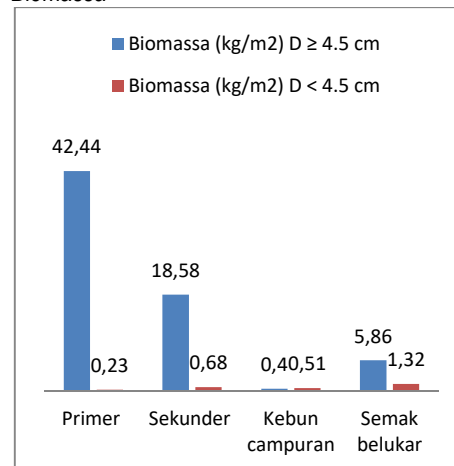
Tabel diatas menunjukkan bahwa hutan primer mempunyai rentang nilai NDVI yang lebih besar dibandingkan dengan jenis hutan yang lainnya. Ini menunjukkan bahwa hutan primer mempunyai kerapatan vegetasi yang lebih besar dibandingkan dengan jenis hutan yang lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa hutan primer memiliki penyimpanan biomassa yang lebih besar

Pendugaan Biomassa di Atas Permukaan Tanah

Biomassa di atas permukaan tanah meliputi biomassa pohon dan biomassa tumbuhan bawah. Pengukuran biomassa pohon dapat dilakukan dengan cara pengukuran langsung hasil penebangan (*destruktif sampling*) dan cara tidak langsung dengan menggunakan persamaan allometrik yang didasarkan pada pengukuran diameter batang. Pengukuran biomassa tumbuhan bawah yang meliputi semak belukar, tumbuhan menjalar, rumput-rumputan atau gulma dilakukan dengan cara mengambil bagian tumbuhan (*destruktif*). Untuk meningkatkan ketelitian, persamaan allometrik sangat disarankan untuk digunakan. Namun demikian diperlukan upaya untuk peningkatan akurasi melalui pengembangan allometrik local berdasarkan kondisi tapak maupun jenis atau kelompok jenis. Penggunaan persamaan allometrik local berdasarkan tipe hutan yang sesuai akan lebih meningkatkan keakurasian

pendugaan biomassa (Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2010).

Pendugaan biomassa pada penelitian ini diawali dengan pengukuran di lapangan pada hutan primer, hutan sekunder, kebun campuran dan semak belukar. Pengukuran di lapangan meliputi pengukuran diameter setinggi dada (dbh) pada vegetasi yang berdiameter $\geq 4,5$ cm dan pengambilan vegetasi yang berdiameter $< 4,5$ cm untuk diketahui berat basah nya. Selanjutnya dilakukan perhitungan biomassa. Biomassa



Gambar 4. Biomassa vegetasi $\geq 4,5$ cm dan $< 4,5$ cm di hutan primer, sekunder, kebun campuran dan semak belukar

Gambar 4. menunjukkan penyimpanan biomassa diatas permukaan tanah yang terdapat pada empat tipe hutan. Biomassa tersebut merupakan total dari biomassa vegetasi berdiameter $\geq 4,5$ cm yang diperoleh dengan cara allometrik dan biomassa vegetasi berdiameter $< 4,5$ cm yang diperoleh secara destruktif. Nilai biomassa tersebut menunjukkan bahwa tipe hutan yang mempunyai penyimpanan biomassa di atas permukaan tanah tertinggi dibandingkan dengan tipe yang lainnya adalah hutan primer. Hal ini disebabkan karena hutan primer mempunyai vegetasi yang memiliki persebaran diameter yang lebih besar.

Vegetasi yang berdiameter $< 4,5$ cm memberikan sumbangan biomassa yang relative kecil dibandingkan dengan vegetasi yang berdiameter $\geq 4,5$. Tabel6 memperlihatkan bahwa dari total biomassa dalam plot terdapat 0,23 Kg/m² atau 0,55 % pada plot hutan primer, 0,68 kg/m² atau 3,53 % pada plot hutan sekunder, 0,51 kg/m² atau 56,11 % pada plot

kebun campuran, dan 1,32 kg/m² atau 18,38 % pada semak belukar. Nilai tersebut menunjukkan bahwa biomassa tumbuhan bawah terendah terdapat pada hutan primer. Hal ini disebabkan karena tumbuhan bawah yang terdapat pada hutan primer lebih jarang dijumpai. Menurut Tresnawan (2002) tumbuhan bawah dalam pertumbuhannya sangat memerlukan sinar matahari baik untuk berfotosintesis maupun untuk perkecambahan. Terbukanya areal hutan dibekas tebangan mengakibatkan sinar matahari yang masuk ke lantai hutan lebih besar dibandingkan hutan primer yang penutupan tajuknya lebih rapat. Meskipun demikian biomassa tumbuhan bawah tidak memberikan kontribusi yang besar terhadap jumlah biomassa yang terdapat diatas permukaan tanah.

Vegetasi berdiameter $\geq 4,5$ cm yang diperoleh dengan menggunakan allometrik memberikan sumbangan biomassa yang besar terhadap total biomassa yang terdapat dalam plot pada setiap tipe hutan. Jumlah biomassa yang terdapat pada hutan primer yaitu 42,44 kg/m² atau 99,45 %. Pada hutan sekunder terdapat 18,58 kg/m² atau 96,47 %. Pada kebun campuran terdapat 0,40 kg/m² atau 43,89 %. Pada semak belukar terdapat 5,86 kg/m² atau 81,62 %. Tingginya biomassa vegetasi yang berdiameter $\geq 4,5$ di sebabkan karena keseluruhan vegetasi tersebut merupakan vegetasi berkayu yang terdiri dari ukuran pancang, tiang dan pohon. Pada tabel 6 terlihat bahwa total biomassa vegetasi yang berdiameter $\geq 4,5$ cm yang terbesar terdapat pada hutan primer dan terkecil terdapat pada kebun campuran.

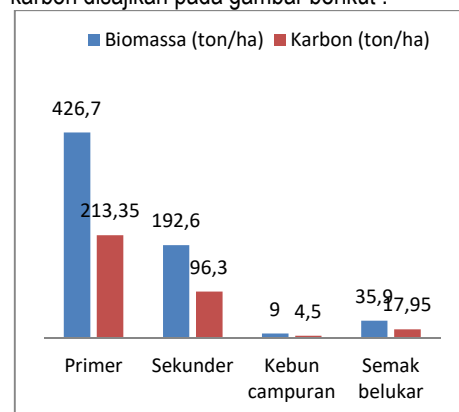
Berdasarkan pengamatan dilapangan hutan primer di dominasi oleh vegetasi yang berdiameter lebih besar. Rata-rata diameter pada hutan primer yaitu 17,16 cm. Pada hutan sekunder, meskipun memiliki jumlah individu yang lebih besar, namun vegetasinya didominasi oleh vegetasi yang berdiameter kecil. Rata-rata diameter pada hutan sekunder yaitu 13,97 cm. Semak belukar mempunyai rata-rata diameter 8,50 cm dan kebun campuran 6,45 cm. Rata-rata diameter yang terkecil terdapat pada kebun campuran, sehingga kebun campuran memiliki jumlah biomassa yang terendah. Mark dan Harper (1977) dalam Tresnawan (2002) menyatakan bahwa ukuran individu pohon

sangat mempengaruhi jumlah biomassa pohon tersebut.

Hasil pengukuran di lapangan menunjukkan bahwa dalam plot 1 hutan primer terdapat 175 individu dengan diameter yang tertinggi yaitu 100,64 cm dan diameter rata-rata 18,26 cm. Plot 2 hutan primer memiliki 206 individu dengan diameter yang tertinggi 79,62 cm dan rata-rata diameter 16,07 cm. Plot 1 hutan sekunder terdapat 169 individu dengan diameter yang tertinggi yaitu 51 cm dan plot 2 terdapat 268 individu dengan diameter yang tertinggi yaitu 48,73 cm dan diameter rata-rata 12,35 cm. Dalam plot 1 kebun campuran terdapat 29 individu yang berdiameter $\geq 4,5$ cm dengan diameter yang tertinggi yaitu 25,64 cm dan diameter rata-rata 6,27 cm dan plot 2 terdapat 20 individu dengan diameter yang tertinggi yaitu 30 cm dan diameter rata-rata 6,62 cm. Pada plot semak belukar terdapat 165 individu yang berdiameter $\geq 4,5$ cm dengan diameter yang tertinggi yaitu 21,02 cm dan diameter rata-rata 8,50 cm.

Pendugaan Karbon

Menurut brown dkk (1989) bahwa 50% dari biomassa adalah karbon. Hasil perhitungan karbon disajikan pada gambar berikut :



Gambar 5. Karbon di hutan primer, sekunder, kebun campuran, semak belukar

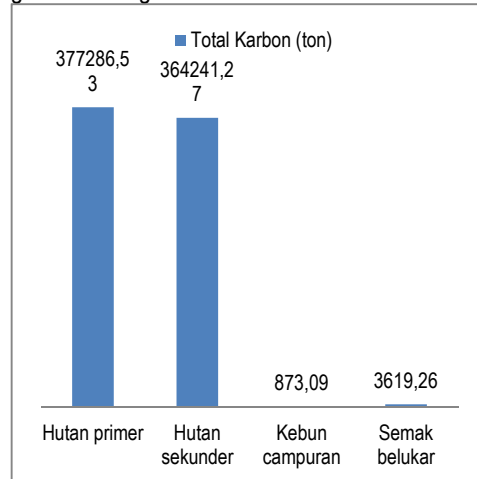
Pada gambar 5 terlihat bahwa penyimpanan karbon terbesar terdapat pada hutan primer, karena pada hutan primer memiliki jumlah biomassa yang lebih besar. Menurut Wardah (2009) dalam Liwang (2010) semakin tinggi biomassa maka semakin tinggi pula kandungan karbon.

DAFTAR PUSTAKA

Estimasi Sebaran Karbon

Tersimpan diatas Permukaan Tanah

Informasi total karbon yang tersimpan di atas permukaan tanah disajikan dalam gambar sebagai berikut :



Gambar 6. Total karbon diatas permukaan tanah pada hutan primer, sekunder, kebun campuran, dan semak belukar.

Gambar 6 menunjukkan bahwa karbon yang tersimpan di atas permukaan tanah pada setiap tipe hutan yaitu 377.286,53 ton atau 50,66 % di hutan primer, 364.241,27 ton atau 48,90 % di hutan sekunder, 873,09 ton atau 0,12 % di kebun campuran dan 3619,26 ton atau 0,49 % di semak belukar. dari angka tersebut terlihat bahwa simpanan karbon diatas permukaan tanah yang terbesar terdapat pada hutan primer dan terkecil terdapat pada kebun campuran.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Total karbon yang tersimpan di atas permukaan tanah di Hutan Pendidikan Universitas Tadulako adalah 744.808,83 ton.
2. Karbon yang tersimpan di atas permukaan tanah pada setiap tipe hutan yaitu 377.286,53 ton atau 50,66 % di hutan primer, 364.241,27 ton atau 48,90 % di hutan sekunder, 873,09 ton atau 0,12 % di kebun campuran dan 3619,26 ton atau 0,49 % di semak belukar. untuk meningkatkan penyerapan karbon.

Akhbar, 2006. *Konsepsi dan Teknik Pembuatan Peta Sumberdaya Hutan dan Lahan*. Untad Press. Palu

_____, 2004. *Penafsiran Foto Udara dan Citra untuk Bidang Kehutanan*. Tadulako University Press. Palu

_____, 2003. *Geodesi dan Kartografi untuk Bidang Kehutanan*. Tadulako University Press.

PalAqsar L. Z, 2009. *Tingkat Kerapatan Vegetasi Menggunakan System Informasi Geografis di Taman Nasional Gunung Lauser*, Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan

Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2010. *REDD+ & Forest Governance*. Balitbang Kehutanan. Bogor

Hamzari, 2001. *Study Landsat TM Application to Estimate Tropical Deforestation Rate in Central Sulawesi*, Tesis. Gottingen. Germany (Tidak dipublikasikan)

Howard J, 1996. *Penginderaan Jauh Untuk Sumberdaya Hutan*. Gadj Mada University Press. Yogyakarta

<http://Pendahuluan chapter 1.pdf.adobe reader>

Diakses 1 Maret 2011

Irwanto, 2006. *Dinamika Hutan sekunder*.

<http://www.irwantoshut.com/>

Diakses 7 Maret 2011

Jumin B. H, 2002. *Agroekologi*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta

Liwang A. M, 2010. *Biomassa Pohon Pada Hutan Jati Murni dan Hutan Campuran di Desa Talaga Kecamatan Dampelas Kabupaten Donggala*, Skripsi. UNTAD. Palu (Tidak dipublikasikan)

Dg Massiri. S, 2010. *Biomassa dan Karbon pada Kondisi Nature Building dan Gap di Hutan Tropis*, Tesis. UGM. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan)

Prahasta, 2001. *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Informatika. Bandung

Puntodewo A, Dewi S, Tarigan J, 2003. *Sistem Informasi Geografi Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Center for International Forestry Research. Bogor

Suryatmojo H, 2005. *Peran Hutan Sebagai Penyedia Jasa Lingkungan*. UGM. Yogyakarta

- Sutaryo D, 2009. *Penghitungan Biomassa*. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor
- Widyasari E, 2010. *Pendugaan Biomassa dan Potensi Karbon Terikat di Atas Permukaan Tanah Pada Hutan Gambut Merang Bekas Terbakar di Sumatera Selatan*, Tesis. IPB. Bogor
- Wikipedia, 2011. Hutan Primer. Wikipedia Indonesia. Ensiklopedia Bebas Berbahasa Indonesia. [http://id.wikipedia.org/wiki/hutan primer](http://id.wikipedia.org/wiki/hutan_primer)
Diakses 7 Maret 2011
- Tresnawan H dan Rosalina U, 2002. *Pendugaan Biomassa di atas Tanah di Ekosistem Hutan Primer dan Hutan Bekas Tebangan*, Jurnal. IPB. Bogor
- Wirakusumah, 2003. *Dasar-Dasar Ekologi*. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Tim Pengajar, 2005. *Panduan Pelatihan Sistem Informasi Geografi*. Universitas Mulawarman. Samarinda
- Yunita, 2009. *Pendugaan Biomassa Pohon Pada Areal Hutan Rakyat Desa Sumari Kecamatan Sindue Kabupaten Donggala*, Skripsi. UNTAD. Palu (Tidak dipublikasika